

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-045867  
(43)Date of publication of application : 15.02.2000

(51)Int.Cl. F02G 1/053  
F25B 9/14

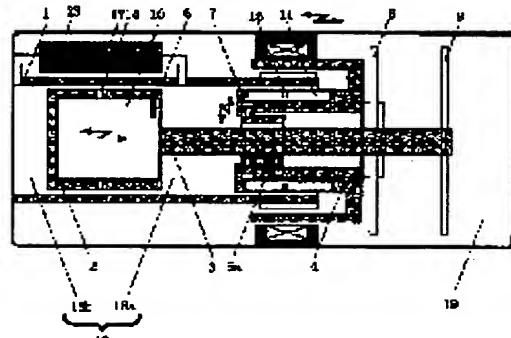
(21)Application number : 10-212066 (71)Applicant : SHARP CORP  
(22)Date of filing : 28.07.1998 (72)Inventor : OKANO TETSUYUKI  
UEDA KAZUHIKO

## (54) STIRLING ENGINE

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To lower the friction of a sliding part of a piston cap and a displacer rod, and reduce a flow loss in the sliding part by forming the piston cap into a structure capable of being moved in the axial direction of the piston.

**SOLUTION:** A large friction is generated between a piston cap 5a and a displacer rod 3 by a difference between their axes. A projecting part of the piston cap 5a is held with a clearance from a piston 4 holding part in the radial direction. In order to smoothly move the piston cap 5a relative to the piston 4, surface treatment such as Teflon coating is performed to at least one of the holding parts thereof so as to lower the sliding resistance, and the holding part can be moved in relation to a displacement of the core in the radial direction. In order to facilitate the movement, the piston cap 5a is made of the light material such as Al. With this structure, friction in the sliding part of the piston cap 5a and the displacer rod 3 is lowered, and a flow loss in the sliding part can be lowered.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.01.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-45867

(P2000-45867A)

(43)公開日 平成12年2月15日 (2000.2.15)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F 02 G 1/053

F 25 B 9/14

識別記号

510

520

F I

F 02 G 1/053

F 25 B 9/14

テマコード<sup>8</sup>(参考)

A

510B

520Z

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全6頁)

(21)出願番号

特願平10-212066

(22)出願日

平成10年7月28日 (1998.7.28)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 岡野 哲之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(72)発明者 上田 和彦

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(74)代理人 100103296

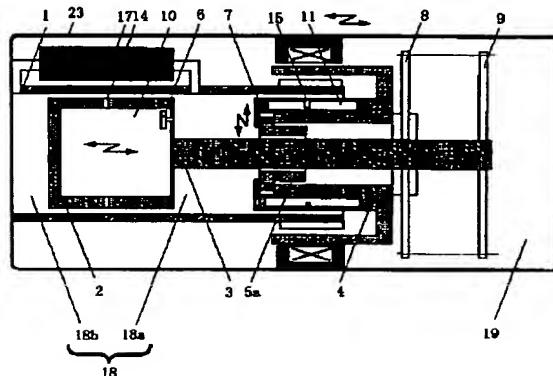
弁理士 小池 隆彌

(54)【発明の名称】 スターリングエンジン

(57)【要約】

【課題】 ディスプレーサロッドとピストンキャップ間摺動部の摩擦を低減させ、更に圧縮効率の向上を図ることができる構造を提供する。

【解決手段】 ピストンキャップをピストンに対して径方向に移動可能、或いは、軸方向に傾斜可能である構造とする。また、ディスプレーサロッドとピストンキャップ間摺動部に加圧室のガスを供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、

前記ピストンキャップはピストンの径方向に移動可能な構造であることを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項2】 シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストонに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、

前記ピストンキャップはピストンの軸方向に傾斜可能な構造であることを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項3】 シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、

前記ピストンまたは前記ディスプレイサー内部に、前記ピストンの往復運動により圧縮されたガスを蓄える加圧室を形成し、前記加圧室のガスを前記ピストンキャップと前記ディスプレイサロッドと間の摺動部に供給することを特徴とするスターリングエンジン。

【請求項4】 前記ディスプレイサ内部の加圧室に蓄えられたガスを、前記ディスプレイサロッド内部に設けた気体流路を通じて、前記ディスプレイサロッドの表面小孔から噴出させることを特徴とする請求項3記載のスターリングエンジン。

【請求項5】 前記ピストン内部に蓄えられたガスを、前記ピストンキャップに設けた小孔から噴出させることを特徴とする請求項3記載のスターリングエンジン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はスターリングエンジンに関し、特に、スターリングエンジンの摺動信頼性を高める構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は従来のスターリングエンジンの構造図である。図5に示すように、フリーピストン形スターリングエンジンにおいて、1つのシリンダ1内には往復運動するピストン4とディスプレイサ2が収容されている。ピストン4はピストンスプリング8により支持さ

れてリニア駆動し、ディスプレイサ2はディスプレイサスプリング9とディスプレイサロッド3により連結されて往復運動をしている。スターリングエンジン内には、この往復運動により圧縮空間18a、膨張空間18bが形成され、ある一定の位相差を持って運動することにより発熱、吸熱を生じる。

【0003】 また、ピストン4・ディスプレイサ2内部には、圧縮空間18aから一方方向弁(6, 7)を通じて作動ガスが流入し、高い圧力状態が維持されている加圧室(10, 11)を有している。

【0004】 この加圧室のガスを利用して、ピストン4・ディスプレイサ2とシリンダ1間においては、摺動部にガスを噴出して気体膜を形成し、低摩擦を図る構造となっている。

【0005】 また、ディスプレイサロッド3とピストンキャップ5間摺動部においては、少なくとも一方に摩擦係数の低い表面コーティング(テフロンコートなど)を施すことにより低摩擦化を図る手法が採用されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図5に示すように、ディスプレイサロッド3はディスプレイサ2に対して一体的に固定されているため、ディスプレイサロッド3の固定時には取付け誤差が生じる。また、ピストン4とディスプレイサ2は気体軸受効果により、シリンダ1に対して独立して位置バランスを取るため、それぞれの軸心位置は大きく異なる可能性があるため、ピストンキャップ5とディスプレイサロッド3が摺動する際の摩擦を少なくするためには、摺動部のクリアランスを大きく設定する必要があった。

【0007】 そのため、圧縮空間18aからのガスがディスプレイサロッド3とピストンキャップ5間摺動部のクリアランス部を通じて背面空間19に流出し、圧縮効率の低下につながるという問題が生じていた(一般にガスの流出量はクリアランスの3乗に比例する)。

【0008】 また、摺動部の処理が表面コーティングによるものだけの場合には、高速運転時に温度上昇が大きくなり、それに伴いコーティング材料の硬さが低下し、摩耗が激しくなる。また、摩耗粉により摺動部の表面コーティング膜を剥離させる或いは摩耗粉が摺動部に詰まり摩擦抵抗が増大する場合が存在した。

【0009】 そこで、本発明は、ディスプレイサロッド3とピストンキャップ5間摺動部の摩擦抵抗などの機械的ロスを低減させ、更に、摺動部でのガスの流量損失を低減させることを目的としており、従来構造から大きな変更をする必要が無く、簡単な構造で摺動部品間の低摩擦化や圧縮効率の向上を可能とする構造を提供することを目的としている。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上述した目的を達成させるためになされたものであって、請求項1記

載の発明は、シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、前記ピストンキャップはピストンの径方向に移動可能な構造であることを特徴とするスターリングエンジンである。

【0011】前記請求項2記載の発明は、シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、前記ピストンキャップはピストンの軸方向に傾斜可能な構造であることを特徴とするスターリングエンジンである。

【0012】また、請求項3記載の発明は、シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、前記ピストンまたは前記ディスプレイサー内部に、前記ピストンの往復運動により圧縮されたガスを蓄える加圧室を形成し、前記加圧室内のガスを前記ピストンキャップと前記ディスプレイサロッドと間の摺動部に供給することを特徴とするスターリングエンジンである。

【0013】また、請求項4記載の発明は、前記ディスプレイサー内部の加圧室に蓄えられたガスを、前記ディスプレイサロッド内部に設けた気体流路を通って、前記ディスプレイサロッドの表面小孔から噴出させることを特徴とする請求項3記載のスターリングエンジンである。

【0014】また、請求項5記載の発明は、前記ピストン内部に蓄えられたガスを、前記ピストンキャップに設けた小孔から噴出させることを特徴とする請求項3記載のスターリングエンジンである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図をもとに本発明について詳細に説明する。なお、これによって本発明は限定されるものではない。

【0016】【実施例1】図1は実施例1のスターリングエンジンの構造図である。

【0017】実施例1においては、圧力容器23内に冷媒として高圧のヘリウムガスを封入しており、シリンダ1内をピストン4とディスプレイサー2が往復運動している。圧力容器23とシリンダ1により形成される空間は、ピストン4によって2つの空間に分割される。1つ

は、ピストン4のディスプレイサー2側である作動空間18であり、もう1つはピストン4のディスプレイサー2側と反対側である背面空間19である。作動空間18はディスプレイサー2でさらに2つの空間に分割されており、1つはピストン4とディスプレイサー2とに挟まれた圧縮空間18aであり、もう1つはシリンダ1先端部の膨張空間18bである。この2つの空間は再生器17を介して連結されている。背面空間19はシリンダ1を取り囲むように圧力容器23によって形成されている。

【0018】その際の圧縮空間18aと膨張空間18bの圧力は、圧力容器23内に封入したガス圧を基準としてピストン4の往復運動の変位に対応して変動する。

【0019】また、圧縮空間18aから一方向弁(6、7)を通じて流入されて高い圧力状態が維持されている加圧室(10、11)よりガスをピストン4・ディスプレイサー2とシリンダ1間摺動部に噴出することにより、摺動部に気体膜を形成してピストン4とディスプレイサー2は運動する。なお、加圧室(10、11)から摺動部に噴出するガスは、オリフィス(14、15)を用いてガス流出量を絞りこんでいるため、流量損失はほとんどなく、加圧室(10、11)内には圧縮空間18aのガス圧変動の最高圧力と等しい程度のガス圧が蓄えられている。

【0020】また、今回用いたピストン4径約30mmに対してピストン4・ディスプレイサー2とシリンダ1間摺動部の直徑方向クリアランスを約25μmとしている。これは加工、組立が容易であり、かつ、ガスの圧縮、膨張率にも大きな影響を与えない値とされている。

【0021】ピストン4はピストンスプリング8に支持され、リニア駆動により所定の周波数でシリンダ1内を往復運動しており、ディスプレイサー2とディスプレイサロッド3はディスプレイサスプリング9の共振効果により往復運動をしている。この時、ディスプレイサロッド3とピストン4に保持されているピストンキャップ5aとは互いに摺動している。

【0022】ここで、ディスプレイサロッド3はディスプレイサー2にネジ止め等により一体的に固定されているため、組み付け誤差が生じたり、ディスプレイサー2とピストン4は気体軸受効果により互いに独立してシリンダ1内で位置バランスを取ってピストン4に保持されているため、ピストンキャップ5aとディスプレイサー2に結合されているディスプレイサロッド3との間には、軸心の違いにより大きな摩擦が発生する場合が存在する。

【0023】そこで、ディスプレイサロッド3とピストンキャップ5aとの摩擦を低減させるために、ピストンキャップ5aをピストン4に対して径方向に移動できる構造とする。具体的には、ピストンキャップ5aの凸部をピストン4の保持部に対して径方向に隙間を設けて保持する。また、ピストンキャップ5aがピストン4に対して円滑に動けるようにするため、これらの保持部に

は、少なくとも一方にテフロンコートなどの表面処理をして摺動抵抗を低減させ、径方向の軸心のズレに対して良好に移動することが可能とされる。

【0024】更に、移動を容易にするために、ピストンキャップ5a材質はA1などのように軽い材料にする。今回の例においては、ピストン4とピストンキャップ5a間に設けた直徑隙間は0.2mmとした（なおピストンキャップ5aの保持部の径は約20mmである）。この値は、隙間を大きくしすぎると逆に運動中に振動源となると考え、各部品の加工精度を考慮に入れて決定された値である。

【0025】このような構造にすることにより、ピストンキャップ5aがディスプレーサロッド3の軸心にならない、低摩擦で駆動することが可能である。従って、従来の構造においてピストンキャップ5aとディスプレーサロッド3との間の直徑方向クリアランスは約0.1mmの隙間を設けていたが、組立誤差を吸収可能な構造としているため、数μm程度で良い。そのため、摩擦低減効果と共に気体の流体損失が減少されるため、性能の向上につながる。

【0026】【実施例2】図2は実施例2のスターリングエンジンの構造図である。なお、実施例1と同一構成については、詳細な説明を省略する。

【0027】ディスプレーサロッド3がディスプレーサ2に対して傾いて取付けられた際に、ピストンキャップとの同軸度が大きく異なるため、大きな摩擦抵抗が生じる。

【0028】図2に示すように、ピストンキャップ5bとピストン4の保持部は互いに等しい曲率を有する形状にして、ピストンキャップはピストンの軸方向に傾斜可能な構造とした。また、円滑にピストンキャップ5bがピストン4内で移動できるようにするため、保持部にはテフロンコートを施している。

【0029】このような構造にすることにより、ピストンキャップ5bがディスプレーサロッド3にならない、摺動部品の軸心が一致するため、低摩擦化を図ることが可能である。

【0030】実施例2においても実施例1と同様にピストンキャップ5bとディスプレーサロッド3との間の直徑方向クリアランスは、数μm程度で良く、気体の流体損失が減少されるため、性能の向上につながる。

【0031】このように実施例1、2に示す構造を採用することにより、シリンダ1、ピストン4、ディスプレーサ2、ディスプレーサロッド3の軸心がずれて加工、組立されて運動している場合においても、ピストンキャップがピストン4に対して移動して軸心の違いを吸収する構造をしているために、摩擦やこじりの発生を防止し、摺動損失の増大による圧縮機の効率低下や、摺動部の摩耗と行った信頼性低下を防止することが可能である。更に、部品の加工精度や組立精度に対して厳しい要

求をする必要が無いためコストダウンが可能である

【実施例3】図3は実施例3のスターリングエンジンの構造図である。なお、実施例1と同一構成については、詳細な説明を省略する。

【0032】実施例3は、ディスプレーサ2の加圧室10に蓄えられたガスを、ディスプレーサロッド3内部の気体流路12を通り、摺動部に存在する小孔13よりガスを噴出して低摩擦化を図る構造である。

【0033】ディスプレーサロッド3に設けた気体流路12形状は、ディスプレーサロッド3に対して径を大きくしすぎると、ディスプレーサロッド3の強度が低減するため望ましくない。また、気体流路12は、ドリル加工により仕上げることにより容易に作成可能である。

【0034】ディスプレーサロッド3に設けた小孔13はドリルにより内径100μmに仕上げ、ガスの流体損失を少なくした。また、小孔13はロッドの円周方向に4分配して力学的にバランスのとれた状態とした。図3においては軸方向に1箇所の小孔13を配置しているのみであるが、更に気体軸受効果を向上させるためには軸方向に2カ所配置すると良い。この小孔13よりディスプレーサロッド3とピストンキャップ5c間摺動部に噴出したガスは、圧力が低い方へ流出し、摺動部には気体膜が形成され低摩擦効果が生まれる。

【0035】更に、圧縮空間18aから背面空間19へ流出するガスは、小孔13から流出されるガス圧が高い状態であるために、流出をブロックされるため、流量の損失を低減することが可能である。

【0036】この構造を採用することにより、ディスプレーサロッド3とピストンキャップ5c間摺動部のクリアランスを小さくすることが可能であるのみならず、圧縮空間18aからのガス流出を低減させることができるために圧縮効率の向上にもつながる。

【0037】ここで、摺動部の摩擦力の大きさは潤滑剤の粘性係数に比例する。気体の粘性係数は普通の潤滑油の1/1000のオーダーであるため摺動部の摩擦力も1/1000になると考えられるために、このようにディスプレーサロッド3とピストンキャップ5dとの間に気体軸受効果を採用することにより、低摩擦化を実現することが可能である。

【0038】【実施例4】図4は実施例4のスターリングエンジンの構造図である。なお、実施例1と同一構成については、詳細な説明を省略する。また、低摩擦化の原理は、実施例3と同様に気体軸受効果によるものである。以下、実施例3と異なる点について述べる。

【0039】図4に示すように、ピストンキャップ5dに小孔16を設けている。この子孔16よりピストン4の加圧室11に蓄えられたガスを噴出し摺動部に気体膜が形成される。この時の小孔形状に関しても実施例3と同様の理由により内径100μmとした。また、この構造にすることによっても、実施例3と同様に、ガスの圧

縮空間18aから背面空間19への流出をブロックする効果があるために、圧縮空間18aの流量損失を低減することが可能である。

【0040】なお、図3および4の小孔は自成絞り、オリフィス絞りなどの静圧気体軸受に用いられる形式を採用することができる。この際の小孔形状は、ピストン4内部に蓄えたガスの損失を少なくするために径を小さくし、長さは長くすることにより、流路抵抗を増やす。更に、摺動部における力学的なバランスを保つために円周方向に小孔を等分配する。

【0041】また、摺動部のクリアランスは、流量損失が少なくなるように、動的に安定な範囲内で、互いに摺動する面の表面粗さ、加工精度を考慮に入れ、できるだけ小さくなるような値に設定すると良い。

【0042】また、実施例1、2と3、4の構造を組み合わせることにより、更に、摺動部の低摩擦化に対して効果が現れる。

【0043】これらの実施例に関して信頼性試験を実施したところ、摺動部の傷などが大きく低減されていることを確認している。

【0044】

【発明の効果】以上のように、請求項1または2記載の発明では、シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピストンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサーロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、前記ピストンキャップはピストンの径方向または軸方向に移動可能な構造にすることにより、ピストンキャップとディスプレーロッド摺動部の低摩擦化を図ることが可能であり、更に摺動部での流量損失を低減させ、圧縮効率が向上されるものである。

【0045】また、請求項3乃至4記載の発明では、シリンダと、前記シリンダ内を往復運動するピストンと、前記ピストンに連動して、前記シリンダ内を往復運動するディスプレイサーと、前記ピストンに保持されたピス\*

\* トンキャップと、前記ディスプレイサーに設けられ、前記ピストンキャップと摺動するディスプレイサーロッドとを備えたスターリングエンジンにおいて、前記ピストンまたは前記ディスプレイサー内部に、前記ピストンの往復運動により圧縮されたガスを蓄える加圧室を形成し、前記加圧室のガスを前記ピストンキャップと前記ディスプレーロッドと間の摺動部に供給することにより、摺動部には気体膜が形成され摩擦が低減され、信頼性が向上される。それと同時に、摺動部のクリアランスを小さくすることが可能でありクリアランス部に於ける流量損失が低減され効率が向上される。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1のスターリングエンジンの構造図である。

【図2】実施例2のスターリングエンジンの構造図である。

【図3】実施例3のスターリングエンジンの構造図である。

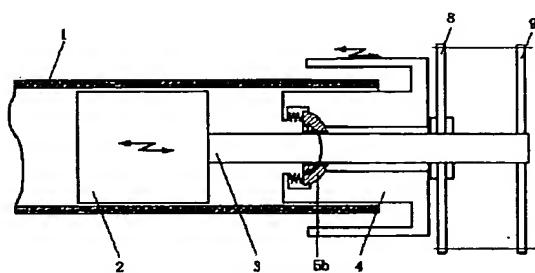
【図4】実施例4のスターリングエンジンの構造図である。

【図5】従来のスターリングエンジン構造である。

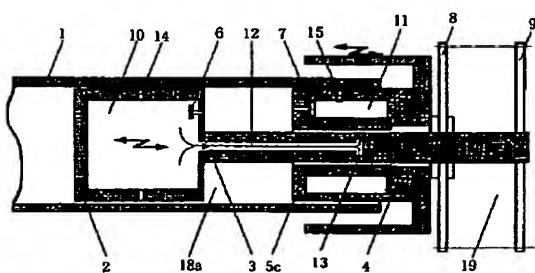
【符号の説明】

1	シリンダ
2	ディスプレーサ
3	ディスプレーサロッド
4	ピストン
5、5a～5d	ピストンキャップ
6、7	一方向弁
8	ピストンスプリング
30 9	ディスプレーサスプリング
10、11	加圧室
12	気体流路
18a	圧縮空間
18b	膨張空間
19	背面空間
23	圧力容器

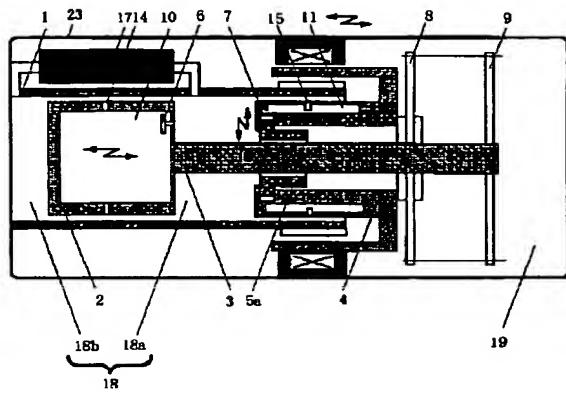
【図2】



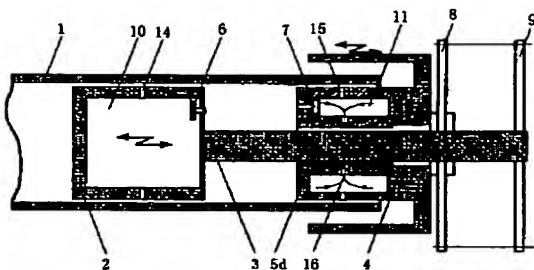
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

